

PAT-NO: JP02004249375A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004249375 A

TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR LAPPING MAGNETIC HEAD SLIDER

PUBN-DATE: September 9, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUDO, KOJI	N/A
TAKEUCHI, MITSUO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITSU LTD	N/A

APPL-NO: JP2003039596

APPL-DATE: February 18, 2003

INT-CL (IPC): B24B037/04, B24B037/00 , G11B005/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus for lapping a magnetic head slider, by which lapping accuracy is furthermore improved, and generation of scratches and smears between gaps of magnetic resistance (MR) elements and electrical lapping guide (ELG) elements is prevented.

SOLUTION: In the method for lapping the magnetic head slider by complicatedly rocking a workpiece through combining a main rocking motion for reciprocating the workpiece in the radial direction of a rotating lapping surface plate 25 and a subsidiary rocking motion for reciprocating the workpiece in the direction crossing the direction of the main rocking motion, finish lapping is carried out by switching over the rocking motion to the main rocking motion after completing the rough lapping by the complicated rocking motion.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-249375

(P2004-249375A)

(43) 公開日 平成16年9月9日(2004. 9. 9)

(51) Int.Cl.⁷
B24B 37/04
B24B 37/00
G11B 5/60

F 1
B24B 37/04
B24B 37/00
G11B 5/60
G11B 5/60

テーマコード (参考)
3C058
5D042
C
U

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2003-39596 (P2003-39596)
平成15年2月18日 (2003. 2. 18)

(71) 出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号
(74) 代理人 100089118
弁理士 酒井 宏明
須藤 浩二
(72) 発明者 竹内 光生
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72) 発明者 竹内 光生
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
F ターム(参考) 3C058 AA07 AA12 AB01 AB06 AC02
BA07 BB03 BC01 CB02 DA16
5D042 NA01 RA02

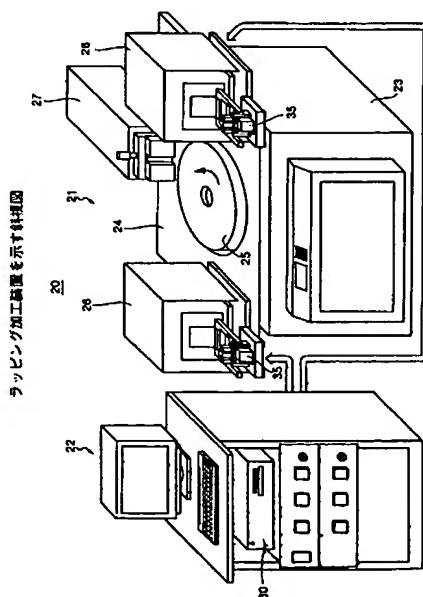
(54) 【発明の名称】磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法およびラッピング加工装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスマアが発生するのを防止できる磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法および加工装置を提供する。

【解決手段】回転するラップ定盤25の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、主揺動方向と交差する方向にワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法において、複合揺動による粗仕上げラッピング加工を行った後、主揺動に切り替えて仕上げラッピング加工を行うようにした。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺動方向と交差する方向に前記ワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法において、
前記複合揺動による粗仕上げラッピング加工を行った後、前記主揺動に切り替えて仕上げラッピング加工を行うことを特徴とする磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。

【請求項 2】

主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。 10

【請求項 3】

主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラップ定盤の回転数をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。

【請求項 4】

新たなワークのローディング後における複合揺動開始時に副揺動と主揺動との揺動周期を同期させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。 20

【請求項 5】

回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺動方向と交差する方向に前記ワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工装置において、
前記主揺動時の速度の死点においてラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とする加工圧力調節手段を備えたことを特徴とする磁気ヘッドスライダのラッピング加工装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法およびラッピング加工装置に関し、さらに詳しくは、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法およびラッピング加工装置に関する。 30

【0002】**【従来の技術】**

近年、ハードディスク装置の高容量化に伴い、スライダ付き複合型磁気ヘッドの小型化、狭トラック化、狭ギャップ化等が要求されており、薄膜磁気ヘッドが主流となってきていることから、磁気ヘッドスライダのラッピング加工工程においても高精度で生産性の高いラッピング加工が要求されている。 40

【0003】

従来、この磁気ヘッドスライダの加工プロセスでは、ウエハーから、複数の磁気ヘッド素子が一列に配列されて形成されたローバー (Row Bar) を切り出し、この切り出したローバーを規定寸法にラッピング加工するため、ラップ定盤に所定圧力にて押圧し、ラッピング加工を行うのが一般的である。

【0004】

このようなローバーは、たとえば、図 20 に示すような構成となっている。ここで、図 20 は、研磨面から見たローバーを示す模式図である。すなわち、ローバー 10 は、磁気抵抗ヘッドスライダ 11 と加工モニタ用抵抗素子 (ELG (Electrical Lapping Guide) 素子) 12 とをほぼ交互に並べて形成されている。磁気抵抗ヘッ 50

ドライダ 11 は、アルミナ部 13 およびアルチック部 14 とからなり、アルミナ部 13 には上部磁極 15、上部シールド（下部磁極）16、磁気抵抗膜 17、下部シールド 18 を備えている。

【0005】

このようなローバー 10 を精度良くラッピング加工する手段として、たとえば、本願出願人により、特許文献 1 に示されるラッピング加工方法およびラッピング加工装置が提案されている。このラッピング加工装置によるローバー 10 のラッピング方向成分を図 21 を参照しつつ説明する。ここで、図 21 は、ローバーの研磨面から見たラッピング方向成分を模式的に示す斜視図である。この図 21 中には、ローバー 10 の研磨面 10a と、後述する旋回揺動の中心 19 とを示すとともに、ラッピング方向成分および定盤回転方向を矢印で示してある。10

【0006】

このラッピング加工装置は、回転するラップ定盤と、取り付けられたローバー 10 をラップ定盤の半径方向に往復移動するように単純揺動（主揺動）させる第 1 の揺動機構と、取り付けられたローバーを、ローバーを中心に旋回揺動（副揺動）させる第 2 の揺動機構とを有し、この第 1 の揺動機構によるローバーの揺動周期と第 2 の揺動機構によるローバーの揺動周期とを相違させ複合揺動するように構成してある。

【0007】

このラッピング加工装置によるラッピング加工方法は、まず単純揺動から複合揺動による粗ラッピング加工を行い、加工モニタ用抵抗素子の抵抗値 E LG-R をモニタし、この抵抗値 E LG-R から MR 素子高さ MR-h に換算する。そして、この換算値 MR-h が所定値にならば、粗スラリを排除するとともに仕上げスラリを供給し、つぎに複合揺動による仕上げラッピング加工を行う。ラッピング加工中は、この換算値 MR-h に基づき、ラッピングの進行状態に応じて加工圧力やラップ定盤の回転速度を低下させている。20

【0008】

このような複合揺動によるラッピング加工では、ローバー 10 が常時動いている状態にあり、ローバー 10 の研磨面 10a とラップ定盤の相対速度がゼロとなる瞬間がなくなるので、ラップ面にラップ定盤の痕がつくことがない。また、ラップ方向が不定となっているので、均一に精度良くラッピング加工できる。

【0009】

【特許文献 1】

特開 2001-162526 号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年における磁気ヘッドドライダ 11 の MR 素子や E LG 素子 12 は、そのギャップがきわめて小さくなってしまっており、仕上げラッピング加工をも上述した複合揺動にてラッピング加工を行うと、ギャップ間にスクラッチやスミアが発生し、ショート状態等により素子感度を悪化させてしまう場合が生じ得るという課題があった。

【0011】

この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR 素子や E LG 素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる磁気ヘッドドライダのラッピング加工方法を提供することを目的とする。40

【0012】

また、この発明は、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR 素子や E LG 素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる磁気ヘッドドライダのラッピング加工装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明は、回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺動方向と交差する方向に前記ワークを往復50

移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法において、前記複合揺動による粗仕上げラッピング加工を行った後、前記主揺動に切り替えて仕上げラッピング加工を行うことを特徴とする。

【0014】

この発明によれば、粗仕上げ加工段階では、複合揺動により効率的にラッピング加工できるとともに、目標値に近い仕上げ加工段階では、低速で主揺動による仕上げラッピング加工を行うことができるので、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

10

【0015】

また、本発明は、主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とする。

【0016】

この発明によれば、当該死点ではラップ定盤の回転成分によるラッピング加工がほとんどされないので、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

【0017】

また、本発明は、主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラップ定盤の回転数をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とする。

20

【0018】

この発明によれば、当該死点ではラップ定盤の回転成分によるラッピング加工がほとんどされないので、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

【0019】

また、本発明は、新たなワークのローディング後における複合揺動開始時に副揺動と主揺動との揺動周期を同期させることを特徴とする。

【0020】

この発明によれば、継続的かつ高精度にラッピング加工のタイミングを管理でき、面精度を向上させることができる。

30

【0021】

また、本発明は、回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺動方向と交差する方向に前記ワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工装置において、前記主揺動時の速度の死点においてラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とする加工圧力調節手段を備えたことを特徴とする。

【0022】

この発明によれば、加工圧力調節手段によってバンドユニットの自重による加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とできるので、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

40

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、この発明に係るラッピング加工装置およびラッピング加工方法の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0024】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係るラッピング加工装置の構成を示すブロック図、図2は、ラッピング加工装置を示す斜視図、図3は、複合揺動機構を示す平面図、図4は、複合揺動機構を示す正面図、図5は、副揺動機構を示す正面図である。

【0025】

50

また、図6は、ローディング動作（複合揺動機構の旋回動作前）を示す平面図、図7は、ローディング動作（複合揺動機構の旋回動作後）を示す平面図、図8は、ローディング動作（昇降サブベースの降下前）を示す正面図、図9は、ローディング動作（昇降サブベースの降下後）を示す正面図、図10は、複合揺動の動作過程を示す模式図である。なお、以下の説明において、すでに説明した部材と同一もしくは相当する部材には、同一の符号をして重複説明を省略または簡略化する。

【0026】

先ず、図1～図9に基づいてラッピング加工装置20の全体構成について説明する。なお、本実施の形態1に係るラッピング加工装置20の構成は、上述した特許文献1に示される構成とほぼ同様であるので、概略的に説明する。ラッピング加工装置20は、ラップ盤21と制御装置22とから構成されている。
10

【0027】

図1および図2に示すように、ラップ盤21は、テーブル構造体23のテーブル24上面に、反時計回りに回転するラップ定盤25と、ローバー10をローツール31を介してベンドユニット35により保持しラップ定盤25に押圧する左右一対のラップユニット26、26と、ラップ定盤25にスラリを供給するスラリ供給ユニット（図示せず）と、ラップ定盤25をドレッシングするフェイシングユニット27と、スラリをラップ定盤25から挿き取るワイパユニット28等とを備えて構成されている。

【0028】

なお、ラップ定盤25の上面には、一定方向に回転してスラリをラップ定盤25上に広げる修正リング（図示せず）が設けられている。また、後述するラップユニット26の加圧シリンダ50、80の駆動源である圧縮空気源（図示せず）も設けられている。
20

【0029】

制御装置22は、図1に示すように、装置制御用ソフトウェア29により動作するパソコン用コンピュータ30からなり、加工モニタ用抵抗素子12の測定回路32とラップユニット26およびワイパユニット28を駆動するコントローラ33とを制御している。装置制御用ソフトウェア29には、加工モニタ用抵抗素子12の抵抗値ELG-RからMR素子高さへの換算値MRhやその目標値等、ラッピング加工制御に必要な各種の設定パラメータ34が入力されている。

【0030】

つぎに、ラップユニット26について主に図6～図9に基づいて説明する。ラップユニット26は、図8および図9に示すように、テーブル24上に固定してあるベース40と、このベース40上に軸受41によって旋回可能に支持されている旋回支持板42と、旋回支持板42上で昇降する昇降サブベース43とを備えている。この旋回支持板42は、エアシリンダとラックピニオン機構からなる旋回機構46によって軸47を中心に90度旋回するように形成されている。昇降サブベース43は、旋回支持板42と一体的に旋回し、4つのガイド49に案内されつつ加圧シリンダ50を有する昇降機構51によって旋回支持板42に対して昇降する。
30

【0031】

つぎに、ラップユニット26の複合揺動機構60について説明する。この複合揺動機構60は、昇降サブベース43上に設けられ、ローバー10をラップ定盤25に対して複合揺動させるものである。すなわち、この複合揺動は、回転するラップ定盤25の半径方向にワークとしてのローバー10を往復移動させる主揺動（単純揺動）と、この主揺動方向と交差する方向にローバー10を往復移動させる副揺動（旋回揺動）とを組み合わせることによって、当該ローバー10の1周期の運動軌跡が図10(a)～(h)に示すように、ほぼ8の字を描くようにしたものである。
40

【0032】

同図中に示す主揺動軸位相は、ブーリ67の回転軸に設けた原点センサ（図示せず）によって検出できるようになっている。また、各位相において、ローバー10の主揺動および副揺動の方向と、ラップ定盤25の回転方向とをそれぞれ矢印にて表示している。
50

【0033】

また、この複合揺動機構60は、図3に示すように、ローバー10を主揺動させる主揺動機構61と、副揺動させる副揺動機構62とから構成されている。この主揺動機構61は、昇降サブベース43上の軸63に回動可能に支持されているアーム64と、昇降サブベース43上に設けられたモータ65と、昇降サブベース43上に回転自在に設けられ、モータ65のブーリ65aによってタイミングベルト66を介して回転されるブーリ67と、このブーリ67と一体的に回転し、アーム64の長穴64a内に設けられた偏心カム68とを備えている。したがって、モータ65を駆動することにより、ブーリ67、後述するブーリ72および偏心カム68が回転し、このカム作用によりアーム64が主揺動する。

10

【0034】

副揺動機構62は、図3に示すように、アーム64に設けてある円弧状のガイドレール70と、このガイドレール70上をスライド可能に支持されているスライド構造体71と、昇降サブベース43に回転自在に支持され、タイミングベルト66が掛けたあるブーリ72と、このブーリ72に同軸に設けられた回転アーム73と、ON状態においてブーリ72の回転に回転アーム73が連動するように連結する電磁クラッチ74と、回転アーム73とスライド構造体71とを接続するリンク75とを備えている。

【0035】

また、図5に示すように、回転アーム73には、その原点位置（基準位置）を原点センサ76によって検知するための検知片73aが設けられている。また、これと同様に、アーム64の原点位置（基準位置）は、ブーリ67の回転軸に設けられた原点センサ（図示せず）によって検知されている。また、これらの原点センサにより揺動位相も検知できるようになっている。

20

【0036】

複合揺動機構60が以上のように構成されているため、電磁クラッチ74がON状態にあるときは、ブーリ72と回転アーム73が連結されているので、ブーリ72の回転によって回転アーム73が回転し、リンク75を介してスライド構造体71を副揺動させ、これによりローバー10が複合揺動することとなる。

【0037】

一方、電磁クラッチ74がOFF状態にあるときは、ブーリ72と回転アーム73が連結されていないので、ブーリ72が回転しても回転アーム73は回転せず、スライド構造体71は旋回揺動しないので、アーム64は主揺動のみとなる。

30

【0038】

また、スライド構造体71は、図4、図8および図9に示すように、スライド本体77と、このスライド本体77に嵌合して取り付けられている連結部材78とからなる。後述するように、ベンドユニット35を回動自在に支持する支持フレーム79は、ピン79aによって連結部材78と連結されている。

【0039】

また、ベンドユニット35は、後端部を軸受部82によって回動自在に支持され、加圧シリンドラ80によって上下に回動されるように構成されており、これにより、ベンドユニット35をラップ定盤25方向に対して押圧もしくは持ち上げられるようになっている。

40

【0040】

つぎに、ラッピング加工方法について主に図11～図13に基づいて説明する。ここで図11は、ラッピング加工方法を示すフローチャート、図12は、ローディング動作を示すフローチャート、図13は、アンローディング動作を示すフローチャートである。

【0041】

図11に示すように、先ずローディング動作を行う（ステップS1）。このローディング動作の詳細は、図12に示すように、先ず複合揺動機構60に旋回動作を行わせる（ステップS30）。この旋回動作は、図6および図7に示すように、旋回機構46が駆動され、旋回支持板42および昇降サブベース43が90度旋回されて、ベンドユニット35が

50

ラップ定盤25の上方に配置される動作である(図8参照)。

【0042】

つぎに、ラップ定盤25が回転しているか否かを確認し、回転している場合には停止させる(ステップS31、S32)。そして、つぎにラップユニット26のアーム64をローディングさせる(ステップS33)。すなわち、図8および図9に示すように、加圧シリンドラ50が駆動されて、昇降サブベース43が4つのガイド49に案内されながら下降し、アーム64が下降する。

【0043】

つぎに、ペンドユニット35をローディングさせる(ステップS34)。加圧シリンドラ80が駆動されて、ペンドユニット35が軸受部82を中心に下方に回動しつつ下降され、ローバー10がラップ定盤25上面に接触する。なお、ローバー10は、図7に示すように、その長手方向がラップ定盤25の半径方向と一致した向きに配置され、これを原点(基準)位置としている。

【0044】

続いて、図11に示すように、加圧シリンドラ80による加工圧力を小さくした後(ステップS2)、ダイヤモンドパウダ入りの粗スラリを供給し(ステップS3)、ラップ定盤25を高速(たとえば、50 rpm)で回転させる(ステップS4)。

【0045】

つぎに複合揺動を開始する(ステップS5)。このとき、副揺動と主揺動との揺動周期を同期させる(ステップS6～S9)。すなわち、副揺動の原点センサ76により原点位置が確認されたら、電磁クラッチ74をOFFにする(ステップS6、S7)。そして、ブーリ67の回転軸に設けた主揺動の原点センサ(図示せず)により原点位置が確認されたら、電磁クラッチ74をONにして複合揺動を行う(ステップS8、S9)。これにより、継続的かつ高精度にラッピング加工のタイミングを管理でき、面精度を向上させることができる。

【0046】

このような複合揺動によって粗仕上げラッピング加工を行うため、加圧シリンドラ80による加工圧力は大きく設定されている(ステップS10)。そして、換算値MRhが第1の設定値になったら、仕上げラッピング加工に移行する(ステップS11、S12)。

【0047】

すなわち、ダイヤモンドパウダなしの仕上げスラリを供給するとともに(ステップS12)、ワイパユニット28をONにして粗スラリをラップ定盤25から掻き取る動作を開始する(ステップS13)。一定時間経過し、あるいは所定量ラッピングできたら、ワイパユニット28をOFFにする(ステップS14、S15)。これにより、ラップ定盤25上には仕上げスラリが拡がり、仕上げラッピングに適した状態となる。

【0048】

そして、換算値MRhが第2の設定値になったら(ステップS16)、加工圧力を小さくし(ステップS17)、ラップ定盤25の回転速度を中速(たとえば、25 rpm前後の回転速度)にする(ステップS18)。つぎに、換算値MRhが第3の設定値になったら(ステップS19)、ラップ定盤25の回転速度を低速にする(ステップS20)。この回転速度は、たとえば5 rpm以下、望ましくは1 rpm以下とする。

【0049】

つぎに、副揺動の原点センサ76により原点位置が確認されたら(ステップS21)、電磁クラッチ74をOFFにし(ステップS22)、主揺動に切り替えて仕上げラッピング加工を行う。そして、換算値MRhが目標値(Target)になったら(ステップS23)、アンローディング動作を行う(ステップS24)。

【0050】

このアンローディング動作の詳細は、図13に示すように、加工が終了したことを確認し、ペンドユニット35のアンローディングを行う(ステップS40、S41)。すなわち、加圧シリンドラ80が駆動されて、ペンドユニット35が軸受部82を中心に上方に回動

10

20

30

40

50

しつつ持ち上げられ、ローバー 10 がラップ定盤 25 の上面から離される。

【0051】

続いて、ラップ定盤 25 の回転が停止され（ステップ S42）、ラップユニット 26 が、上述したローディング動作と逆の要領でアンローディングされ、旋回されて初期位置に復帰する（ステップ S43、S44）。以上によってラッピング加工が終了する。

【0052】

以上のように、この実施の形態 1 に係るラッピング加工装置 20 および加工方法によれば、複合揺動による粗仕上げラッピング加工を行った後に、目標値に近い仕上げ段階では主揺動に切り替え、低速かつ小さな加工圧力で仕上げラッピング加工を行うようにしたので、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR 素子や E LG 素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。 10

【0053】

なお、上記ラッピング加工装置 20 は、最終製品としてスライダ付き複合型磁気ヘッドを得るためにローバー 10 をラッピング加工する場合に限定されず、その他の部材のラッピング加工にも適用可能である。

【0054】

実施の形態 2.

図 14 は、この発明の実施の形態 2 に係るペンドユニットのローディング動作を示す正面図、図 15 は、引っ張りコイルばねが作用したローディング動作を示す正面図、図 16 は、主揺動両端で加工圧力を軽減する制御動作を示すフローチャート、図 17 は、揺動ストロークと荷重との関係を示すグラフである。 20

【0055】

本実施の形態 2 は、上記実施の形態 1 で説明した主揺動による仕上げラッピング加工において当該主揺動速度の死点でラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とするように構成したものである。すなわち、図 14 および図 15 に示すように、所定強さの引っ張りコイルばね 85 を配設することにより、ペンドユニット 35 を吊り上げ、ペンドユニット 35 の自重による加工圧力がゼロまたはゼロ近傍とともに、主揺動速度の死点で加圧シリンダ 80 の加工圧力を制御して加工圧力をゼロまたはゼロ近傍としたものである。 30

【0056】

この引っ張りコイルばね 85 は、その上端を加圧シリンダ 80 の架台等に接続し、下端をペンドユニット 35 上部に接続してある。なお、引っ張りコイルばね 85 と同様の加圧軽減効果を奏するものであれば、引っ張りコイルばね手段に限定されず、オイルダンパ等、その他の手段を用いてもよい。

【0057】

つぎに加圧シリンダ 80 の加工圧力の制御動作について図 16 および図 17 に基づいて説明する。先ず、ブーリ 67 の回転軸に設けた主揺動の原点センサ（図示せず）により原点位置を確認し一定時間経過したら（ステップ S50、S51）、主揺動速度の死点（図 17 における揺動ストロークが 0～10% および 90～100% の位置）を検知できるので、加圧シリンダ 80 による加圧力をゼロまたはゼロ近傍とする（ステップ S52）。そして、さらに一定時間経過することにより、すなわち主揺動速度の死点以外では、加圧シリンダ 80 により適度な加圧力を設定する（ステップ S53、S54）。 40

【0058】

以上のように、この実施の形態 2 に係るラッピング加工装置 20 およびラッピング加工方法によれば、主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とするようにしたので、当該死点ではほとんどラッピング加工されず、MR 素子や E LG 素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

【0059】

実施の形態 3.

図 18 は、この発明の実施の形態 3 に係る主揺動両端でラップ定盤を停止する制御動作を 50

示すフローチャート、図19は、揺動ストロークとラップ定盤回転数との関係を示すグラフである。

【0060】

本実施の形態3は、上記実施の形態1で説明した主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラップ定盤25の回転数をゼロとするようにラッピング加工装置20を制御したものである。

【0061】

つぎに、ラップ定盤25の回転数制御について図18および図19に基づいて説明する。先ず、ブーリ67の回転軸に設けた主揺動の原点センサ(図示せず)により原点位置を確認し一定時間経過したら(ステップS60、S61)、主揺動速度の死点(図19における揺動ストロークが0~10%および90~100%の位置)を検知できるので、ラップ定盤25の回転を停止し、研磨面とラップ定盤25との相対速度をゼロとする(ステップS62)。そして、さらに一定時間経過することにより、すなわち主揺動速度の死点以外では、ラップ定盤25を再び回転させ、ラッピング加工する(ステップS63、S64)。

10

【0062】

以上のように、この実施の形態3に係るラッピング加工装置20およびラッピング加工方法によれば、主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラップ定盤25の回転数をゼロとするように制御したので、当該死点ではラップ定盤25の回転成分によるラッピング加工がされず、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

20

【0063】

なお、上記実施の形態3においては、ラップ定盤25の回転を停止するものとして説明したが、これに限定されず、ほぼ停止に近い回転数(たとえば、0.5 rpm)に制御してもよい。

【0064】

(付記1) 回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺動方向と交差する方向に前記ワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法において、

30

前記複合揺動による粗仕上げラッピング加工を行った後、前記主揺動に切り替えて仕上げラッピング加工を行うことを特徴とする磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。

【0065】

(付記2) 主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とする付記1に記載の磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。

【0066】

(付記3) 主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラップ定盤の回転数をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とする付記1に記載の磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。

40

【0067】

(付記4) 新たなワークのローディング後における複合揺動開始時に副揺動と主揺動との揺動周期を同期させることを特徴とする付記1~3のいずれか一つに記載の磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。

【0068】

(付記5) 主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動方向成分がラップ定盤の回転方向成分に対して任意の角度をなすように設定することを特徴とする付記1~4のいずれか一つに記載の磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法。

【0069】

(付記6) 回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺

50

動方向と交差する方向に前記ワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工装置において、

前記主揺動時の速度の死点においてラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とする加工圧力調節手段を備えたことを特徴とする磁気ヘッドスライダのラッピング加工装置。

【0070】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺動方向と交差する方向に前記ワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工方法において、前記複合揺動による粗仕上げラッピング加工を行った後、前記主揺動に切り替えて仕上げラッピング加工を行うことを特徴とするので、粗仕上げ加工段階では複合揺動により効率的にラッピング加工できるとともに、目標値に近い仕上げ加工段階では低速で主揺動による仕上げラッピング加工を行うことができる。したがって、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

10

【0071】

また、本発明によれば、主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とするので、当該死点ではラップ定盤の回転成分によるラッピング加工がほとんどされず、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

20

【0072】

また、本発明によれば、主揺動による仕上げラッピング加工時において当該主揺動速度の死点でラップ定盤の回転数をゼロまたはゼロ近傍とすることを特徴とするので、当該死点ではラップ定盤の回転成分によるラッピング加工がほとんどされず、ラッピング加工精度をさらに向上でき、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

【0073】

また、本発明によれば、新たなワークのローディング後における複合揺動開始時に副揺動と主揺動との揺動周期を同期させることを特徴とするので、継続的かつ高精度にラッピング加工のタイミングを管理でき、面精度を向上させることができる。

30

【0074】

また、本発明によれば、回転するラップ定盤の半径方向にワークを往復移動させる主揺動と、前記主揺動方向と交差する方向に前記ワークを往復移動させる副揺動とを組み合わせることによって当該ワークを複合揺動させラッピング加工する磁気ヘッドスライダのラッピング加工装置において、前記主揺動時の速度の死点においてラッピング加工圧力をゼロまたはゼロ近傍とする加工圧力調節手段を備えたことを特徴とするので、この加工圧力調節手段によってペンドユニットの自重による加工圧力がゼロまたはゼロ近傍とでき、ラッピング加工精度をさらに向上できるため、MR素子やELG素子のギャップ間にスクラッチやスミアが発生するのを防止できる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1に係るラッピング加工装置の構成を示すブロック図である。

【図2】ラッピング加工装置を示す斜視図である。

【図3】複合揺動機構を示す平面図である。

【図4】複合揺動機構を示す正面図である。

【図5】副揺動機構を示す正面図である。

【図6】ローディング動作（複合揺動機構の旋回動作前）を示す平面図である。

【図7】ローディング動作（複合揺動機構の旋回動作後）を示す平面図である。

50

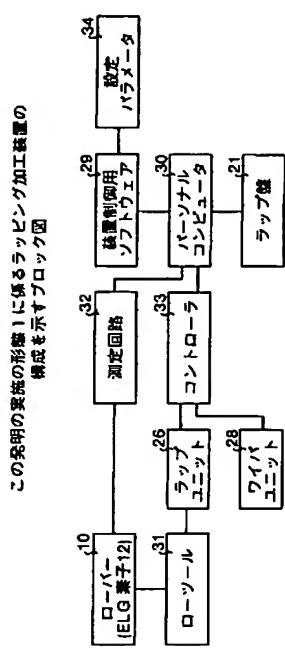
【図 8】ローディング動作（昇降サブベースの降下前）を示す正面図である。
 【図 9】ローディング動作（昇降サブベースの降下後）を示す正面図である。
 【図 10】複合揺動の動作過程を示す模式図である。
 【図 11】ラッピング加工方法を示すフローチャートである。
 【図 12】ローディング動作を示すフローチャートである。
 【図 13】アンローディング動作を示すフローチャートである。
 【図 14】この発明の実施の形態 2 に係るベンドユニットのローディング動作を示す正面図である。

【図 15】引っ張りコイルばねが作用したローディング動作を示す正面図である。
 【図 16】主揺動両端で加工圧力を軽減する制御動作を示すフローチャートである。 10
 【図 17】揺動ストロークと荷重との関係を示すグラフである。
 【図 18】この発明の実施の形態 3 に係る主揺動両端でラップ定盤を停止する制御動作を示すフローチャートである。
 【図 19】揺動ストロークとラップ定盤回転数との関係を示すグラフである。
 【図 20】研磨面から見たローバーを示す模式図である。
 【図 21】ローバーの研磨面から見たラッピング方向成分を模式的に示す斜視図である。

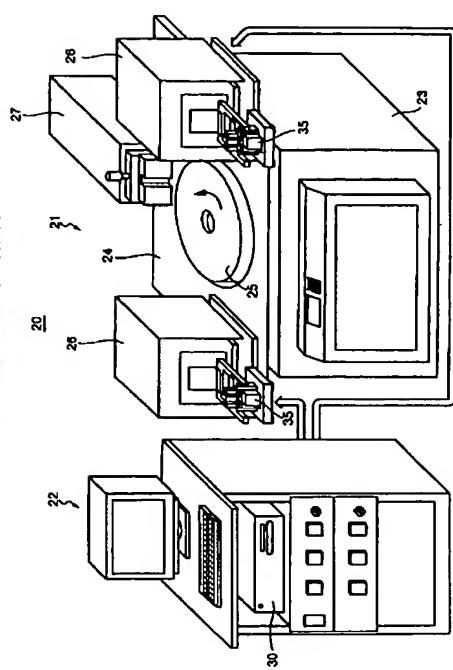
【符号の説明】

1 0	ローバー	
1 1	磁気抵抗ヘッドスライダ	
1 2	加工モニタ用抵抗素子（E L G 素子）	20
2 0	ラッピング加工装置	
2 1	ラップ定盤	
2 2	制御装置	
2 5	ラップユニット	
2 6	ワイヤユニット	
2 8	测定回路	
3 2	コントローラ	
3 3	設定パラメータ	
3 4	ベンドユニット	30
3 5	加圧シリンダ	
5 0	昇降機構	
5 1	複合揺動機構	
6 0	主揺動機構	
6 1	副揺動機構	
6 3	軸	
6 4	アーム	
7 4	電磁クラッチ	
7 5	リンク	
8 0	加圧シリンダ	40
8 5	引っ張りコイルばね	

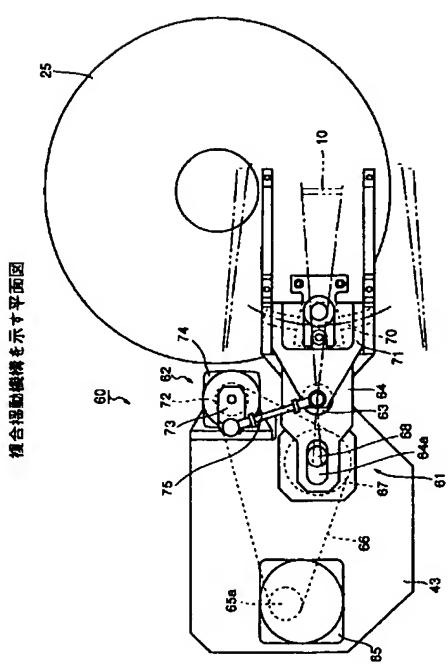
【図 1】



【図 2】



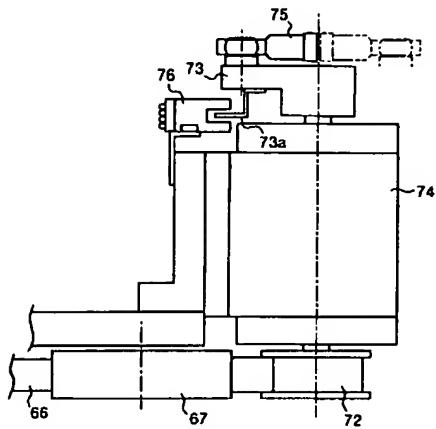
【図 3】



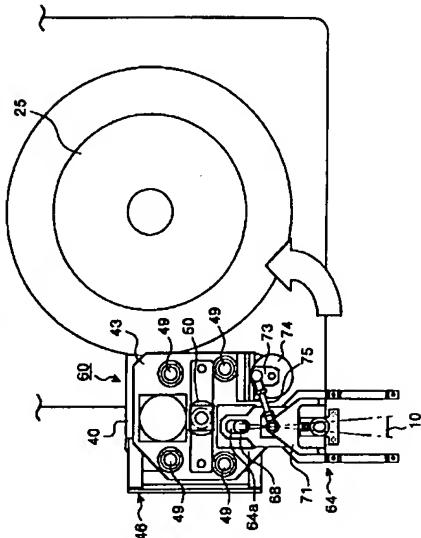
〔四〕

[図 6]

副搖動機構を示す正面図



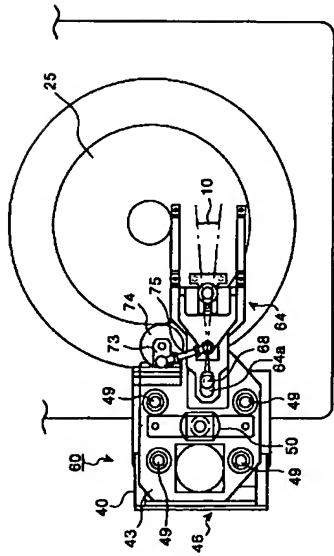
ローディング動作（複合運動機構の旋回動作前）を示す平面図



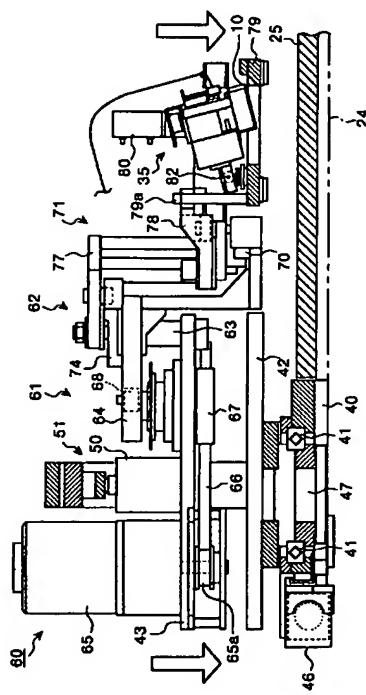
【図 7】

〔 図 8 〕

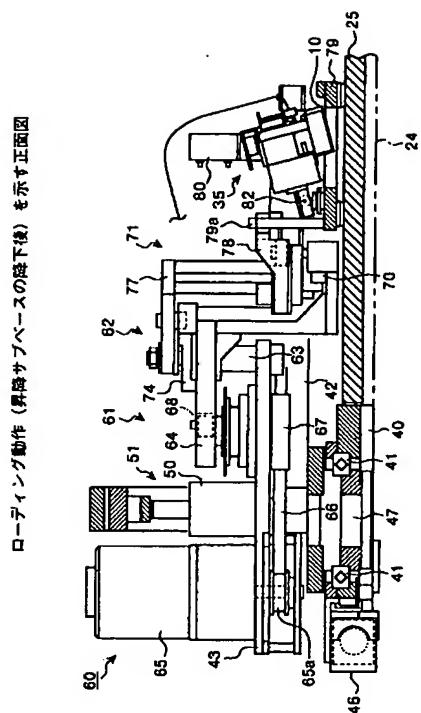
ローディング動作（複合振動機構の旋回動作後）を示す平面図



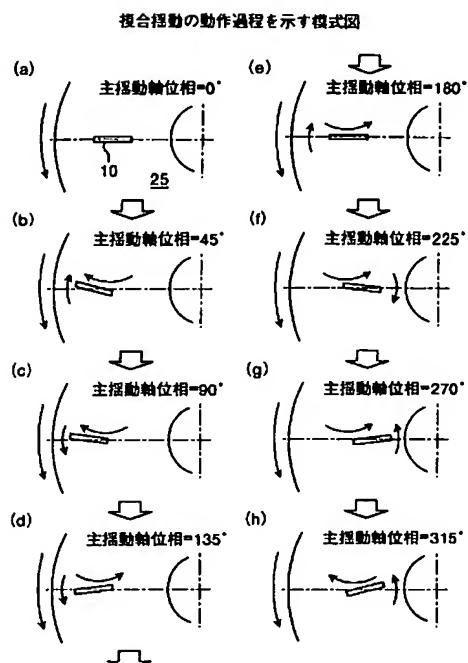
ローディング動作（昇降サブベースの降下前）を示す正面図



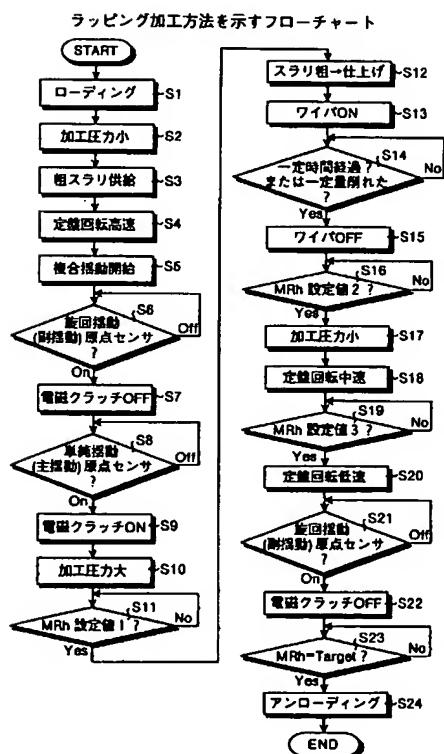
〔図9〕



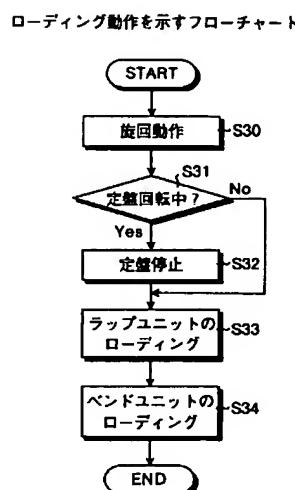
〔四一〇〕



【 1 1 】



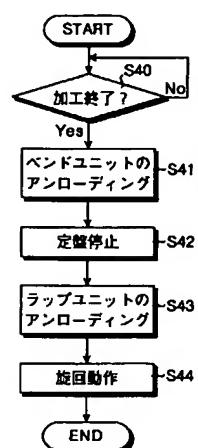
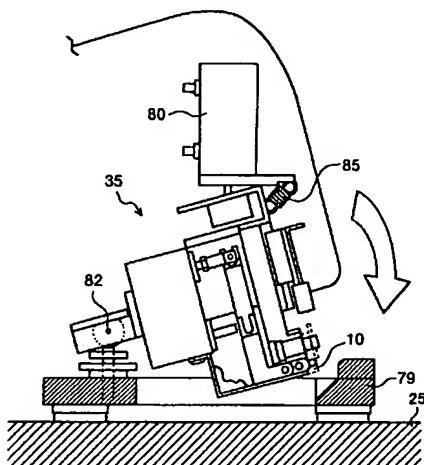
〔団 1 2 〕



【図 1 3】

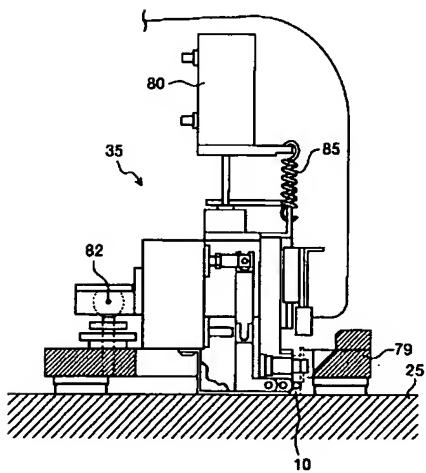
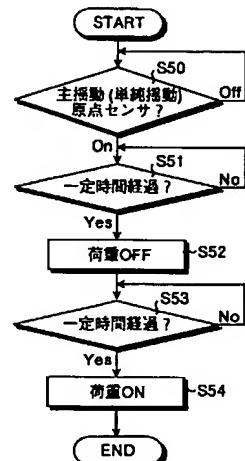
【図 1 4】

アンローディング動作を示すフローチャート

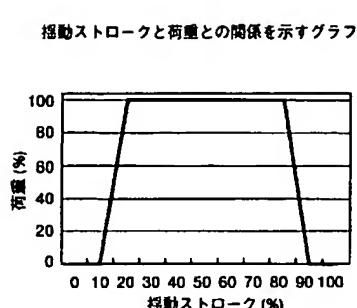
この発明の実施の形態 2 に係るペンドユニットの
ローディング動作を示す正面図

【図 1 5】

【図 1 6】

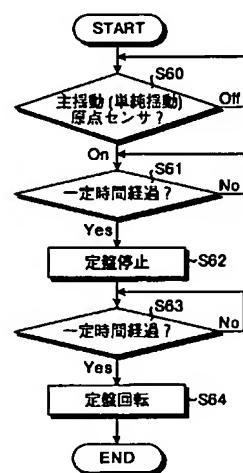
引っ張りコイルばねが作用したローディング動作を
示す正面図主運動両端で加工圧力を軽減する制御動作を示す
フローチャート

【図 17】

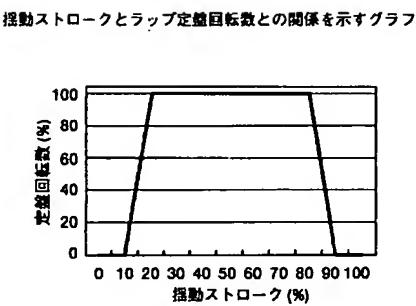


【図 18】

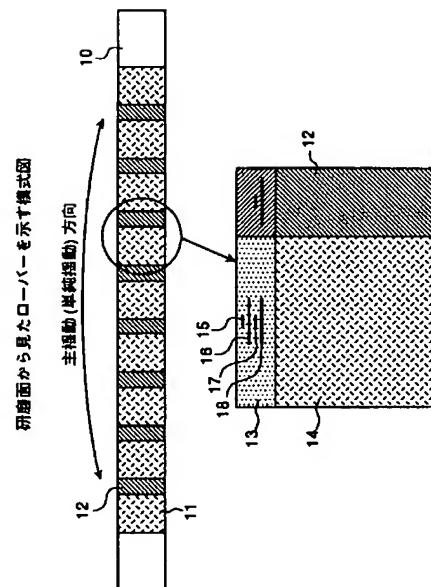
この発明の実施の形態 3 に係る主振動両端でラップ定盤を停止する制御動作を示すフローチャート



【図 19】



【図 20】



【図 21】

